

算数の理解を深めるアクティブ・ラーニングについての研究

—約数を見つける活動を通して—

茅野 友郎*, 城田 寿希*, 岩本 浩幸*
大島 弘子*, 曾我部郁也*
直江 恵里*, 福田 聡*, 吉田 成規*
秋田 美代**, 佐伯 昭彦**, 大西 愛子***

(キーワード：既習の性質や関係、アクティブ・ラーニング)

1. はじめに

現代社会は、グローバル化、少子・高齢化、情報化などによりかつてないほど変化が激しく、複雑かつ、想定外のことが起こる。このような社会では、問題解決のために必要な知識は日々刷新されるので、状況の変化に合わせて自分の知っていることを使って、自分で考え、判断し、行動できる力が重要である。

学校教育に対しては、これからの社会で活躍する児童生徒に、学んだ知識・技能を活用して新しい知識を生み出すための素地となる力を高めることが期待されている。平成29年度3月に告示された中学校学習指導要領(文部科学省, 2017)では、学校教育においては、児童生徒に「生きる力」を身につけさせることを目標に、「基礎的・基本的な知識及び技能を確実に習得させ、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力等を育むとともに、主体的に学習に取り組む態度を養い、個性を生かし多様な人々との協働を促す教育の充実に努めること」と記述されている。「生きる力」は、児童生徒がこれからの社会を生き抜く力であり、これまでも学校教育の理念とされてきた。近年の社会の現状に鑑み、これまで以上に、学校教育で実質的な資質や能力を高め、一人一人の将来や個々のキャリア形成を促し、社会の発展へつなげることが求められている。数学科担当教員は、数学の学びを通し児童生徒が何ができるようになり、またその学びの内容が児童生徒の一人一人の将来や今後の社会づくりにどのようにつながっていくのかを明確に意識して指導を行う必要がある。

学んだ知識・技能を活用するためには、個々の知識・技能の理解に加え、知識や技能どうしの関連を理解する深い学びが重要である。

本研究の目的は、児童の算数の理解を深めさせるためのアクティブ・ラーニングのあり方を明らかにすること

である。そこでは、小学校第6学年を対象に、約数を工夫して求めることを題材に、算数の理解を深めるアクティブ・ラーニングについての授業を構成し、効果を検証する。

2. 児童の現状と課題

第二期教育振興基本計画(文部科学省, 2013)においては、児童生徒の現状について「基礎的・基本的な知識・技能の習得については、個別には課題のある事項もあるものの全体としては一定の成果が認められること、一方で、思考力、判断力、表現力等を問う問題や記述式の問題に課題があることが明らかとなっている」と明記されている。例えば、学力面については、平成19年度全国学力・状況調査の結果では、同じ平行四辺形の面積を求める問題でも、出題のされ方によって児童の正答率に差があることが報告されている。図1は、第6学年算数Aにおける5(1)の問題である。

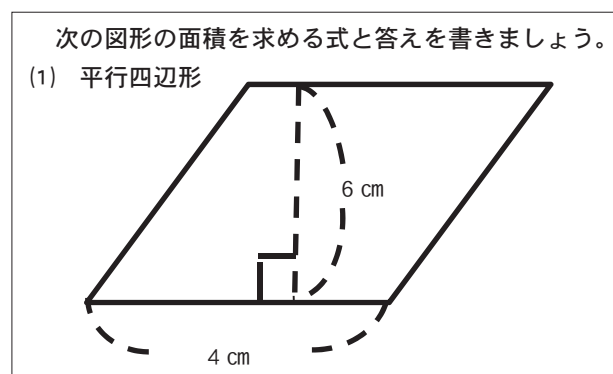


図1 平成19年度全国学力・学習状況調査 小学校第6学年 算数A ⑤ (1)

この問題は、児童が小学校第4学年で平行四辺形の面積の求め方を学習したとき、授業や問題演習で何度も解

*鳴門教育大学大学院 自然系コース(数学)

**鳴門教育大学 高度学校教育実践専攻(教科系)

***鳴門教育大学附属小学校

く形式で出題されている。この問題の正答率は95.8%であり、この結果は、大多数の児童が平行四辺形の面積を求めることはできることを示している。

図2は、平成19年度全国学力・学習状況調査の小学校第6学年算数Bにおける5(3)の問題である。

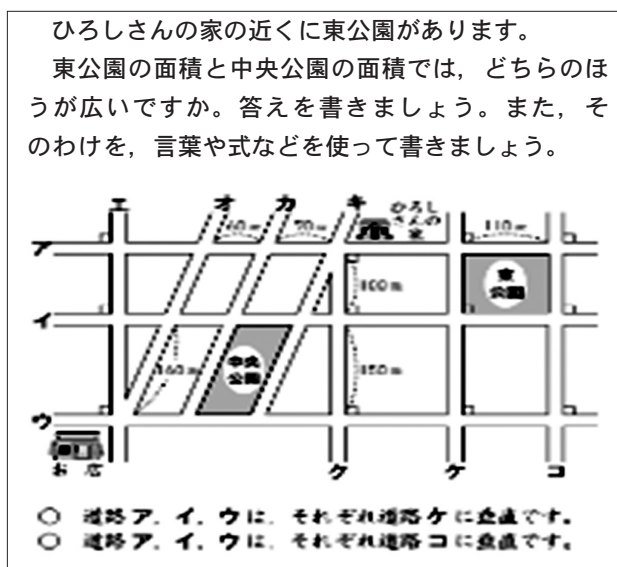


図2 平成19年度全国学力・学習状況調査 小学校第6学年 算数B ⑤ (3)

この問題は、地図の中の2つの平行四辺形の面積を比較して、どちらが大きいかを説明する問題であり、児童にとってはあまり馴染みのない問題である。この問題の正答率は18.2%であり、この結果は、どちらの面積が広いかを、言葉や式を使うなどして根拠を明確にして説明できる児童は2割程度であることを示している。

これらの結果は、学んだときの状況で問題として出題されれば学んだことが使えるが、学んだときと異なる状況で問題として出題されると、問題解決のために使える知識や技能を持っていたとしても使えない児童が多いことを示唆している。

また、情意面では、平成29年度全国学力・状況調査の児童質問紙の回答結果では、児童が学んだ内容を普段の生活の中で役立てようとする意識をもっていることが報告されている（国立教育政策研究所，2017）。

児童質問紙の質問項目「算数の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考えますか」に対して、当てはまると解答した児童は35.7%，どちらかといえば当てはまると解答した児童は33.4%であり、7割近い児童が算数の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考えていることが分かる。上述の算数Bにおける5(3)の児童の解答結果から分かるように、児童が算数の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考えていたとしても、実際に授業等で得た知識・技能を活用する方法は獲得できていない状況がある。

算数科の授業の中で、どのような方法で学んだ算数を活用できるようにするのか、具体的な手立てを構築することが必要である。

3. 数学の教科の特性に沿った学びの必要性について

(1) 数学の特性に沿った学習

秋田（2015）は「数学は、数量・図形に関わる性質や関係について、定義・公理と呼ばれる正しいことを認める最小限の性質を基に新たな性質や関係を証明するという、公理に基づく手法で得られる体系を研究する学問である」としたうえで、「算数・数学の学習においては、図3に示すような公理に基づく手法によって新たな知識が創られる」と述べている。

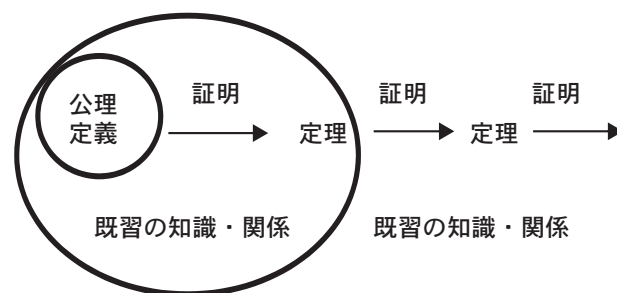


図3 数学の研究・学習における公理に基づく手法（秋田，2015を改変）

図3に示す流れに沿わなければ算数・数学の新しい知識は創れない。定義・公理以外の性質や関係はこれまでに明らかにされている性質や関係を用いて説明されなければならない。数学の特性から、児童が知識の繋がりをつくらなければ、自律的に算数の授業で身に着けた知識を活用することはできないことが分かる。児童が授業で身に着けた知識を活用できないという数学教育の課題の一つの原因として、児童が問題解決を行う際、自分自身で問題の中から知っている知識・技能を見い出すことができていないことがあると考えられる。

記憶に頼った学習では、学んだときの状況のままの問題には対応できるが、異なる状況の問題には対応できない。算数の理解を深めるとは、児童が公理に基づく手法により、既習の知識を活用して新たな知識を創ることができるような状態になることであると捉えることができる。解いた経験がない問題や問題の中にある既習の性質や関係が捉えにくい問題の場合は、解決が困難になる。数学の特性に沿った学習を行う上で、既習の性質や関係を見い出す力は、欠くことのできないものである。

(2) 問題から自分の知っているものを見い出す力

算数・数学は、系統性の強い教科であり、既習の知識

を用いて新しい見方・考え方を養っていく教科である。数学という教科では、その特性からこれから新しく得られる知識の中には、既習の知識・関係が存在している。教員は、児童が未知の問題に出会ったとき自分自身で問題と知っている知識・技能をつなげる手立てを行う必要がある。したがって、児童に数学の特性に沿った学習を行わせるには、指導において次の活動を要素として組み入れることが必要である。

- ① 児童が問題の中から、既習の性質や関係を見い出す活動。
- ② 児童が見出した既習の性質や関係を用いて、問題解決の過程を筋道立てて正しい論理で説明する活動。

①、②の活動は、それぞれ次のようなねらいを持っている。①の新しく学ぶ内容の中に、既習の性質や関係を見い出す活動は、解いた経験がない問題を知らない問題と思っていると解決の方法は見つからないので、既習の性質や関係をつかって解釈することの意義を実感させることをねらいとしている。①の活動を通して、解決のきっかけとなるアイデアを着想する力を高める。

②の理論に基づき正しい事柄であるかを解釈する活動は、現在の問題と既習の性質や関係を結びつけ、数学の理解を深めることをねらいにしている。②の活動を通して、算数において新しい知識を自分自身で創る力を高める。

4. 算数の理解を深めるアクティブ・ラーニングの在り方

(1) 算数の理解を深めるアクティブ・ラーニング

文部科学省が平成27年8月に公表した教育課程企画特別部会論点整理の中で、アクティブ・ラーニングとは、課題の発見・解決に向けた主体的・協働的な学びとしている。平成29年度告示の小学校学習指導要領解説の総則に「『主体的・対話的で深い学び』の実現に向けた授業改善（アクティブ・ラーニングの視点に立った授業改善）を推進することが求められている」と記述されている。算数の理解を深めるアクティブ・ラーニングを行うためには、児童に数学の教科の特性に沿った学びを獲得させ、算数に対して主体的・対話的になれる状態をつくらなければならない。

(2) 授業の開発

児童に数学の教科の特性に沿って理解を深めさせるアクティブ・ラーニングを実現するために上述の3. (2)で述べた2つの活動、「① 児童が問題の中から、既習の性質や関係を見い出す活動」と「② 児童が見出した既習の性質や関係を用いて、問題解決の過程を筋道立てて正しい論理で説明する活動」を要素とする授業を構成する。

これらの活動と課題の発見・解決に向けた主体的・協働的な学びを組み合わせる。課題の発見・解決に向けた主体的な学びは①の活動に組み合わせる。主体的な学びは算数の理解を深めるために欠かせない学びである。数学の特性から児童は自分自身で算数の問題の中から既習の知識や技能を見い出すことが出来ないと問題解決は非常に困難になるからである。また、協働的な学びは②の活動に組み合わせる。協働的な学びを組み込むことで問題解決のために必要な既習の知識や関係を取捨選択する議論が生まれる。この過程は、問題解決の過程を筋道立てて正しい論理で説明することにおいて欠かせないものである。それは、②の活動は児童が見出した既習の性質や関係を用いて、知識と知識を組み合わせ問題解決に取り組む学びであるからである。

課題の発見・解決に向けた主体的・協働的な学びを組み入れた①、②の活動を算数の授業の中で取り入れないと児童は算数の深い学びを行ったとはいえない。算数の授業の中で「考える活動」「説明する活動」を通じて児童の算数の深い学びをつくる。

図4は、算数の理解を深める授業モデルである。

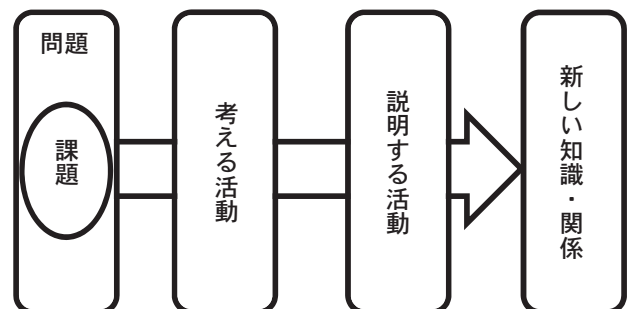


図4 算数の理解を深める算数の授業モデル

図4の、算数の理解を深める授業モデルにおいては、与えられた問題から自己の課題を見つけ、既習の知識を使って「考える活動」、「説明する活動」を通して、児童自身で算数の「新しい知識・関係」をつくらせる。

問題の中の数量、図形の性質や関係に着目し、知っていることと、知らないことを明確に把握する必要がある。問題解決ができない原因を見つけ、算数においての課題を認識することが重要である。

「考える活動」は、「① 児童が問題の中から既習の性質や関係を見い出す活動」である。「無」の中から「有」は生まれない。児童が算数の理解を深めるためにはまず、問題の中から、既習の性質や関係を見い出すことから始まる。

「説明する活動」は課題を「考える活動」で見い出した既習の性質や関係を基に問題解決の過程を説明する活動である。「② 児童が見出した既習の性質や関係を用いて、問題解決の過程を筋道立てて正しい論理で説明する活

動」を行うことで新たな知識を得ることができ算数の理解を深めることが出来る。

(3) 授業モデルに沿った授業の計画

本研究では、「児童の算数の理解を深める授業」として、小学生第6学年を対象として、約数を工夫して求めることを題材に授業を実践した。

課題を把握させる手立てとして、児童に91を掲示し素早くすべての約数を答えさせる活動を取り入れる。この活動の中で児童は今まで学んできた「91を1から順に整数で割ることで約数を見つける」という約数の求め方が手間がかかることが実感でき、効率の良い約数の求め方を考えるきっかけになる。本時の「課題」は「1から順に整数で割って約数を見つけるよりも効率のよい約数の求め方を見つける」ことである。

問題1として「2個しか約数をもたない整数をみつけましょう」を与える。課題は、「約数を2個しかもたない整数がどんな数なのか」である。児童は「考える活動」において、例えば、既習の方法である「順に整数で割る」ことで、2個しか約数をもたない整数を見つける。「説明する活動」では、整数を見てすぐに分かる約数として1とその数があり、1以外のどんな整数も2個の約数をもつことから、それ以外の約数をもたない整数であればよいことに気づき、そのような整数は素数であることが分かる。

問題2として「3個の約数をもつ整数をみつけましょう」を与える。課題は、「1とその数以外の約数を工夫してみつけよう」である。児童は「考える活動」において、例えば、3個の約数をもつ整数をかけ算にすることで1とその数以外の約数を手間なく見つける。整数をかけ算にして約数を求める考え方は素因数分解の素地を養う。約数を3個持つ整数の1とその数以外の約数は素数となる。「説明する活動」では、1度3個の約数を持つ整数の約数は見つけていることから、見つけた約数と元の数との関係を考えてとき、1とその数をかけたら元の数に、もう一つの数を2回かけたら元の数になることに気づき、整数をかけ算にすれば約数を工夫して求めることが分かる。3個の約数をもつ整数の1とその数以外の約数をかけ算にして見つけるとき、同じ数を2回かけていることに気がつき、問題1で素数を確認しているため、同じ数が素数であることに気づき、同じ素数を2回かけた数が約数を3つもつ整数であることが分かる。

問題3として「4個以上の約数をもつ整数をみつけましょう」を与える。課題は、「4個以上の約数を持つ整数の約数を工夫してみつけよう」である。児童は「考える活動」において、例えば、適当な整数をかけ算の形にすることで約数を見つける。「説明する活動」では、問題1、問題2で扱われた数は約数が4個以上ないことが分かる

のでそれ以外の数を取り扱い、問題2でかけ算にすることで、約数を求められることが分かったので、かけ算にすることで工夫して約数を求めることができる。

5. 調査方法と分析方法

(1) 調査対象

授業実践は2018年2月6日に実施した。対象は鳴門教育大学附属小学校第6学年の34名の児童である。

(2) 実践内容

課題を把握させる手立てとして、児童に整数91を掲示し素早く約数を答えさせる。ワークシートと補助プリントを配る。補助プリントは1から25までの約数を求めようというものである。

問題1を行い、ワークシートに書かれた表に2個しか約数をもたない整数とその約数を記述させ、それを基に課題から「考える活動」と「説明する活動」を行った。

問題2を行い、ワークシートに書かれた表に3個しか約数をもたない整数とその約数を記述させ、それを基に課題から「考える活動」、「説明する活動」を行った。

課題3を行い、補助プリントを基に約数4個以上の整数を探して、課題から「考える活動」と「説明する活動」を行った。

(3) 調査方法

実践の結果は、授業中の問題1、問題2、問題3の自己の考えを発表する活動の際の児童の反応から「説明する活動」が行われていたかを分析する。また、授業で扱ったワークシートの問題2「もう1つの約数はどうすれば見つかるのか考える」の自分の考えを書こうの欄の児童の記述を基に「考える活動」と「説明する活動」が行われていたかを分析する。

6. 分析と考察

(1) 授業中の反応

児童がどのような発言をしたかを中心に授業中の児童の反応をまとめた。

問題2の「説明する活動」のときに「同じ素数を2回掛けた数は約数を3個持つ」ことを見つけ、発表してくれた児童がいた。問題にかかわらず、児童自ら新しい問題を設定して発見できる児童もいることがいえる。

課題3の「説明する活動」のときに、「40320といった大きい整数は約数どうなるか調べてみている」という発表があり学習に意欲的な児童が多数いた。

(2) ワークシートからの分析

児童は問題2の「3個の約数をもつ整数をみつめよう」の自分の考えを書こうの欄の記述を基にどのように問題2の活動に取り組み「考える活動」と「説明する活動」が行われていたかを分析する。児童がどのように考えたのかを解答別に分析をする。解答が正誤に関わらずまとめた。分析結果は、無解答14%（5人）、従来の方法5%（2人）、かけ算を用いる方法58%（20人）、その他の方法20%（7人）という結果が得られた。ただし、授業の途中から参加した児童も数名いたため正確なデータとは言えない。従来の方法とは1から順に割っていき約数を見つけると解答した児童である。かけ算を用いる方法はある整数をかけ算の形に表している、又はかけ算を用いれば問題解決できると記述した児童である。その他の方法とは、それ以外を記述した児童である。この分析からかけ算を用いた考え方をした児童が約60%いたことが分かった。

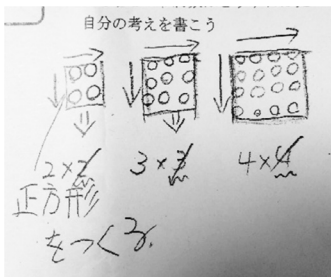


図6

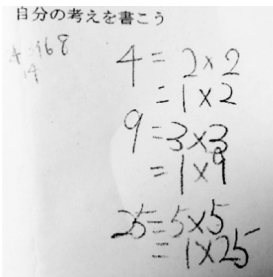


図7

図6、図7はかけ算を用いて約数を求めた児童のワークシートの一部である。

問題3の「4個以上の約数をもつ整数をみつめようの活動」では全員の児童が数をかけ算にして約数を求めている。

上記のことから無回答の児童と従来の方法で解いた児童は課題を「考える活動」と「説明する活動」を行うことができなかったと判断する。また、無回答の児童と従来の方法で解いた児童以外の児童は課題を「考える活動」と「説明する活動」ができたと判断する。これより算数の理解を深めたと判断した児童は79%（27人）、深めることができていないと判断した児童は21%（7人）であった。この分析より約8割の児童が算数の理解を深めることができたと考えられる。

今回の調査では解答の途中であっても算数の理解を深めることができたと判断した。その児童は解答を自分で考えている途中で時間になり自分の答えが出ないまま授業が再開してしまつたと判断したためであると推測した。

また、小学校第6学年段階での教科書では学習していない用語や記号を用いた解答もあった。これらも自分の知っている知識を用いて問題と対話し解決しようとした

と判断した。

7. おわりに

本研究では、算数の理解を深めるアクティブ・ラーニングを用いた授業の一つとし、「算数の理解を深めるさせる授業」を開発し、実践した。

分析によると、ほとんどの児童が従来の約数の求め方ではなく工夫した約数の求め方をしようと考えることができた。その際に自分の知っている知識をもとに問題解決の方法を記述したことから、「算数の理解を深めるさせる授業」ができた。算数・数学を学習していく上で、算数・数学の理解を深めるためには課題を「考える活動」と「説明する活動」を行わなければならない。

文 献

日本語論文

- ① 秋田美代,「教科内容学を基にした教員教育の改善－教科専門と教科教育の役割について－」,日本教科内容学会誌 Vol.1 pp.31－32 2015

ウェブサイト

- ② 国立教育政策研究所 平成19年度全国学力・学習状況調査 小学校 調査問題 算数 A
http://www.nier.go.jp/tyousa/07mondai_shou_sansuu_a.pdf (アクセス確認 2019. 2. 8)
- ③ 国立教育政策研究所 平成19年度全国学力・学習状況調査 小学校 調査問題 算数 B
http://www.nier.go.jp/tyousa/07mondai_shou_sansuu_b.pdf (アクセス確認 2019. 2. 8)
- ④ 国立教育政策研究所 平成19年度全国学力・学習状況調査 報告書
http://www.nier.go.jp/tyousakekka/gaiyou_shou/19shou_houkoku4_2.pdf (アクセス確認 2019. 2. 8)
- ⑤ 国立教育政策研究所 平成29年度全国学力・学習状況調査 報告書
<http://www.nier.go.jp/17chousakekkahoukoku/report/data/17qn.pdf> (アクセス確認 2019. 2. 8)
- ⑥ 文部科学省 小学校指導要領（平成29年告示）解説 総則編
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1387017_1_2.pdf (アクセス確認 2019. 2. 8)
- ⑦ 文部科学省 新学習指導要領（平成29年3月公示）
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/05/12/1384661_4_2.pdf (アクセス確認 2019. 2. 8)

茅野 友郎, 城田 寿希, 岩本 浩幸, 大島 弘子, 曾我部郁也, 直江 恵里, 福田 聡, 吉田 成規, 秋田 美代, 佐伯 昭彦, 大西 愛子

⑧ 文部科学省 教育課程企画特別部会における論点整理について（報告）

http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2015/12/11/1361110.pdf
（アクセス確認 2019. 2. 8）

⑨ 文部科学省 第二期教育振興基本計画

http://www.mext.go.jp/a_menu/keikaku/detail/__icsFiles/afieldfile/2013/06/14/1336379_02_1.pdf
（アクセス確認 2019. 2. 8）